

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
31 mai 2001 (31.05.2001)

PCT

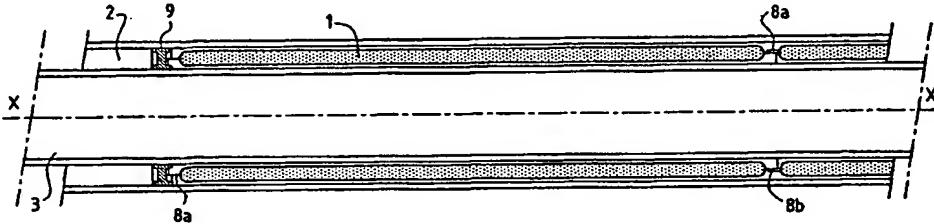
(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/38779 A1

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: F16L 59/02, 59/06
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*): CHENIN, Laurent [FR/FR]; 11, rue des Trois Villes, F-78320 Le Mesnil Saint Denis (FR). PIONETTI, François-Régis [FR/FR]; 38, rue de la Jonquière, F-75017 Paris (FR). ROCHER, Xavier [FR/FR]; 41, rue du Général Leclerc, F-78400 Chatou (FR). BERTRAND, Eric [FR/BE]; Avenue du Bois Jacob 17, B-1310 La Hulpe (BE). RANDALL, David [GB/BE]; Vinkenlaan 35, B-3078 Everberg (BE).
- (21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/03200
- (22) Date de dépôt international:  
17 novembre 2000 (17.11.2000)
- (25) Langue de dépôt:  
français
- (26) Langue de publication:  
français
- (30) Données relatives à la priorité:  
99/14700 22 novembre 1999 (22.11.1999) FR
- (71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*): BOUYGUES OFFSHORE [FR/FR]; 3, rue Stephenson, F-78180 Montigny-le-Bretonneux (FR). HUNTSMAN ICI CHEMICALS LLC [US/US]; 1209 Orange Street, Wilmington, New Castle, DE (US).
- (74) Mandataire: DOMANGE, Maxime; Cabinet Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 8 (FR).
- (81) États désignés (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

*[Suite sur la page suivante]*

(54) Titre: INSULATING TUBULAR COMPLEX FOR PIPES

(54) Titre: COMPLEXE TUBULAIRE ISOLANT POUR CONDUITE



(57) Abstract: The invention concerns an insulating tubular complex (1) characterised in that it comprises: a flexible sheath (4) and an insulating material (5) confined under vacuum between the inner wall (6) and the outer wall (7) of said sheath (4), each of said walls (6, 7) consisting of a multilayer film (10) comprising at least a barrier layer (11), preferably a metallic film and at least a plastic layer (12), preferably thermoplastic, the opposite ends in the longitudinal direction XX' of said tubular complexes being formed by said inner and outer walls sealed against each other, preferably by bonding or heat welding, said insulating material being in the form of a tube or assembled tube arcs. The invention also concerns an insulated pipe and an assembly of two coaxial pipes comprising an inner pipe (3) and an outer pipe (2), preferably underwater pipes designed for great depths, and a method for making same.

(57) Abrégé: La présente invention concerne un complexe tubulaire isolant (1) caractérisé en ce qu'il comprend: une enveloppe flexible (4) et un matériau isolant (5) confiné sous vide entre la paroi interne (6) et la paroi externe (7) de ladite enveloppe (4), chacune desdites parois (6, 7) étant constituée d'un film multicouche (10) comprenant au moins une couche écran (11), de préférence un film métallique et au moins une couche plastique (12), de préférence thermoplastique, les extrémités opposées dans la direction longitudinale XX' desdits complexes tubulaires étant constituées par lesdites parois interne et externe scellées l'une contre l'autre, de préférence par collage ou thermosoudage, ledit matériau isolant se présentant sous forme de tube ou d'arcs de tube assemblés. La présente invention concerne également une conduite isolée et un ensemble de deux conduites coaxiales comprenant une conduite interne (3) et une conduite externe (2), de préférence des conduites sous-marines destinés aux grandes profondeurs, ainsi qu'un procédé de fabrication.

WO 01/38779 A1



(84) États désignés (*régional*): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— *Avec rapport de recherche internationale.*

## Complexe tubulaire isolant pour conduite

La présente invention concerne un système d'isolation pour tout type de conduite notamment des conduites sous-marines véhiculant des fluides chauds ou froids. La présente invention concerne plus particulièrement un complexe tubulaire isolant apte à être placé dans l'espace entre deux conduites coaxiales comprenant une conduite interne et une conduite externe, de préférence des conduites sous-marines destinées aux grandes profondeurs.

Elle s'applique en particulier aux conduites sous-marines installées sur les champs pétroliers par très grandes profondeurs, ainsi qu'aux conduites en suspension entre le fond de la mer et un navire de surface ancré sur ledit champ pétrolier.

Elle s'applique aussi dans les domaines de l'aéronautique et de l'industrie spatiale où la notion de poids est de prime importance.

Dans la majorité des domaines industriels on recherche des systèmes d'isolation performants pour maintenir les fluides véhiculés dans les tuyauteries à température constante, de manière à ce que les transferts entre équipements puissent être rendus possibles sur des distances importantes, atteignant par exemple plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres. De telles distances sont courantes dans les industries telles que les raffineries de pétrole, les installations de gaz naturel liquéfié (-165°C), les champs pétroliers sous-marins lesquels s'étendent sur plusieurs dizaines de kilomètres. De tels champs pétroliers sont développés par des profondeurs d'eau de plus en plus importantes laquelle peut atteindre et dépasser 3000m.

De nombreux systèmes ont été développés pour atteindre un haut niveau de performance thermique et des versions spécifiques ont été développées pour répondre de manière plus adaptée aux grands fonds, c'est à dire pour résister à la pression du fond de la mer. En effet, la pression de l'eau étant de 1 bar pour 10m de profondeur, la pression à

laquelle doit résister la conduite est alors de 100 bars pour 1000m de profondeur et de 300 bars pour 3000m.

Les technologies les plus performantes qui ont été développées pour atteindre cet objectif sont les technologies dites "Pipe In Pipe" ou 5 PIP, c'est à dire "conduite dans une conduite", dans laquelle une conduite interne véhicule le fluide et une conduite externe coaxiale à la précédente est en contact avec le milieu ambiant, c'est à dire l'eau. L'espace annulaire entre les deux conduites peut être rempli d'un matériau isolant ou encore être vidé de tout gaz.

10 Dans le cas d'utilisation d'un matériau isolant de type mousse de polyuréthane, les épaisseurs nécessaires sont en général importantes, par exemple 5 ou 10 cm, ce qui nécessite l'utilisation d'une conduite extérieure de fort diamètre. Or, cette conduite doit résister à la pression du fond sans imploser ce qui implique un surcroît d'épaisseur d'acier 15 pour tenir à la pression et un surcroît de surface d'acier en raison de l'accroissement du diamètre. De plus, l'espace annulaire rempli de mousse crée un flottabilité supplémentaire que l'on est souvent obligé de compenser par augmentation du poids de la conduite, qui est souvent obtenu par augmentation de l'épaisseur de la conduite externe. Ainsi, 20 bien souvent, le dimensionnement de la conduite externe est gouverné par des considération de non-flottabilité de l'ensemble PIP, plus que par la nécessité de résister à la pression de fond.

Pour palier cet inconvénient, des technologies beaucoup plus performantes ont été développées, dans lesquelles on cherche à 25 minimiser l'espace annulaire entre conduites, en particulier avec la création d'un vide dans la zone interstitielle. En effet le vide ainsi créé est alors un excellent isolant, et un espace annulaire de 5 à 10 mm est suffisant. Le PIP est alors comparable en termes de performances aux "bouteilles thermos" en verre connues de tout un chacun. Pour améliorer 30 l'isolation, on limite en outre le rayonnement en enveloppant la partie externe de la conduite interne d'un film réfléchissant, en général

constitué d'un film aluminium éventuellement associé à des matériaux thermoplastiques.

Les conduites sont alors préfabriquées en longueurs unitaire de 6 à 12 m puis, lors de la pose assemblées les unes aux autres pour former 5 une liaison continue. En cas d'endommagement d'une ou plusieurs longueurs de PIP, il se crée alors des ponts thermiques qui, s'ils restent ponctuels et en nombre limité n'ont pas de répercussions significatives sur le comportement de la conduite, laquelle continue en général à assurer sa fonction dans le temps.

10 Les conduites ainsi réalisées dans la technologie PIP basées sur un vide poussé présentent cependant l'inconvénient suivant. Le fluide en provenance des puits sous-marins est un mélange de pétrole brut, d'eau, de gaz et de composés agressifs divers tels le CO<sub>2</sub> et l'H<sub>2</sub>S. La conduite interne, réalisée en général en acier au carbone, est sujette à des 15 phénomènes de corrosion dus au fluide et qui ont pour conséquence de produire de l'hydrogène atomique H<sup>+</sup>, ce dernier ayant tendance à migrer sous forme atomique à travers la matrice de fer et de carbone de l'acier, pour venir se recombiner, sur la paroi externe de la conduite intérieure, donc dans l'espace annulaire entre les deux conduites coaxiales, pour 20 former du gaz hydrogène de formule H<sub>2</sub>. Le vide créé dans cet espace annulaire se dégrade alors en raison de l'augmentation de la pression d'hydrogène, lequel est un excellent conducteur de la chaleur, ce qui va à l'encontre de l'objectif visé.

Divers moyens ont été développés pour palier cet inconvénient.  
25 Un moyen connu consiste en l'introduction dans l'espace annulaire d'un composé connu sous le nom de "getter", dont la fonction est d'absorber ledit hydrogène gazeux pour maintenir la pression partielle d'hydrogène au plus bas et ainsi conserver le niveau de vide souhaitable pendant toute la durée de vie du champ, laquelle peut dépasser 20 ans. Le "getter" est 30 introduit lors de la fabrication du PIP et avant le scellement définitif après la mise sous vide,

Il a aussi été envisagé d'utiliser, pour la conduite intérieure au moins, des aciers résistant à la corrosion, tels des inox ou du duplex, mais les conduites deviennent alors extrêmement coûteuses et ne constituent en général pas une solution acceptable sur le plan, 5 économique.

Il est également courant de revêtir l'intérieur de la conduite d'un film protecteur, par exemple de type époxy, dont la fonction est d'éviter le contact entre les agents corrosifs et l'acier au carbone. Toutefois, au droit des raboutages de conduites effectués sur site, le procédé de 10 soudage détruit localement cette protection et crée des zones sujettes à corrosion. De plus, en cas d'endommagement de ce revêtement par le passage d'outils de nettoyage ou encore par abrasion due au sable véhiculé en même temps que les effluents, la surface risque de se dégrader dans le temps et le phénomène de migration d'hydrogène 15 atomique de s'amplifier avec le temps.

On connaît par ailleurs la technologie développée dans le domaine des équipements électro-ménagers basée sur la réalisation de panneaux plans constitués d'une matière micro-poreuse confinée dans une enveloppe constituée d'un film, en général thermosoudé à ses extrémités, 20 dans lequel on crée, préalablement au scellement définitif, un vide poussé, c'est à dire de l'ordre de 1 millibar ou moins. Le film est un complexe multicouches comportant une barrière constituée, en général, d'un film d'aluminium continu associé par collage ou adhérisation à des films thermoplastiques, ces derniers permettant d'assurer le scellement de 25 l'ensemble. De tels films sont couramment utilisés dans le domaine agroalimentaire pour conserver sous atmosphère neutre ou sous vide des produits tels que le lait, les jus de fruits et le café.

On a proposé dans la demande internationale WO96/32605 de réaliser des panneaux présentant une surface à trois dimensions par 30 pliage de panneaux plans de mousse de polyuréthane, dans lesquels on a réalisé des sillons. Toutefois, la réalisation de panneaux tubulaires n'est pas décrite. En tout état de cause, ce mode de formation de surface

courbe par pliage de panneaux plans le long de sillons ne permet pas de minimiser l'espace occupé par le panneau.

L'objectif d'une isolation performante est de limiter les transferts de calories par conduction, convection et rayonnement et de créer des écrans réflecteurs dont la fonction sera de renvoyer les rayonnements énergétiques. La limitation de la conduction peut être obtenue par appauvrissement des molécules en présence, responsables desdits transferts caloriques, ou encore par piégeage des molécules au sein de structures organisées dont le diamètre des cavités est du même ordre que la longueur d'onde des rayonnements à confiner. Ainsi, les rayonnements franchissant ce genre de structure se trouvent piégés localement, car au lieu de traverser directement le médium, leur parcours est réfléchi de cellule en cellule et la vitesse moyenne de transfert se trouve divisé par 10, voire plus. De tels matériaux sont connus sous le nom de nanomatériaux car leurs structure de base crée des cellules, certes communicantes, mais dont la taille des cavités est de l'ordre du nanomètre. De tels produits, appelés dans une variante aérogels, sont produits par la Société Monsanto (USA).

Ainsi le problème posé est de fournir un système d'isolation à hautes performances pouvant être utilisé dans une grande variété d'applications et de répondre en particulier aux conditions rencontrées dans les développements de champs pétroliers en mer profonde.

En outre, les exigences en matière d'isolation thermique requises selon la présente invention sont :

une isolation de très haute performance correspondant à des valeurs de coefficient de transfert thermique de l'ordre de quelques milliwatts,

une isolation de faible encombrement pour pouvoir se loger dans des espaces confinés réduits (c'est le cas dans l'aéronautique, l'aéronautique, le pétrole en mer ou à terre),

. une isolation thermique légère pour ne pas perturber et/ou alourdir la structure primaire à isoler (l'isolation ne doit pas induire des efforts et des contraintes hors normes),

5 . une isolation thermique facile d'emploi et adaptable à toutes les formes de tuyauterie,

. une isolation thermique couvrant une large gamme de température depuis les basses températures (- 100°C ou moins) jusqu'aux températures élevées (de l'ordre de 150°C),

10 . une isolation thermique d'une durée de vie de l'ordre de 20 ans et pouvant être certifiée ou répondant à des réglementations administratives.

Pour ce faire, la présente invention fournit un complexe tubulaire isolant apte à être placé autour d'une conduite, et plus particulièrement dans l'espace entre deux conduites coaxiales comprenant une conduite 15 interne et une conduite externe, de préférence des conduites sous-marines destinées aux grandes profondeurs caractérisé en ce qu'il comprend :

- une enveloppe flexible et un matériau isolant confiné sous vide entre la paroi interne et la paroi externe de la dite enveloppe,

20 - chacune des dites parois étant constituée d'un film multicouche comprenant au moins une couche écran notamment un écran jouant le rôle de barrière moléculaire, de préférence un film métallique et au moins une couche isolante de préférence thermoplastique,

- ledit matériau isolant se présentant sous forme de tube, et

25 - les extrémités opposées dans la direction longitudinale XX' desdits complexes tubulaires étant constituées chacune par les bords respectifs desdites parois interne et externe dudit complexe tubulaire, scellés l'un contre l'autre, de préférence par collage ou thermosoudage.

La paroi interne correspond à la paroi de l'enveloppe placée contre 30 la conduite, notamment la conduite interne dans le cas où le complexe tubulaire est placé dans l'espace entre deux conduites coaxiales. De même, la paroi externe correspond à la paroi de l'enveloppe placée de

l'autre côté dudit matériau isolant sur sa face externe libre ou contre la face intérieure de la conduite externe lorsque le complexe tubulaire est placé dans l'espace entre 2 conduites coaxiales.

Lesdites extrémités opposées du complexe tubulaire et lesdits bords respectifs des parois interne et externe dans la direction longitudinale XX' dudit complexe présentent une forme circulaire et cylindrique dont l'axe correspond à ladite direction longitudinale.

Plus particulièrement, lesdites extrémités opposées dans ladite direction longitudinale XX' dudit complexe tubulaire sont constituées chacune par les bords respectifs des faces internes à l'enveloppe de chacune desdites parois scellés l'un contre l'autre.

La caractéristique selon laquelle le matériau isolant se présente sous forme de tube signifie que le matériau isolant est constitué par un matériau solide qui tient en forme par lui-même une fois appliqué et plus précisément sous une forme tubulaire.

Ledit tube de matériau isolant peut être réalisé en une seule pièce ou il peut comprendre plusieurs arcs de tubes assemblés, notamment deux demi-tubes assemblés. Mais, ledit tube ou lesdits arcs de tubes assemblés est ou sont enveloppé(s) par une seule paroi externe et une seule paroi interne continues. De ce fait, lesdites parois externe et interne ne présentent pas de discontinuité pouvant générer des ruptures d'isolation autour de la conduite.

De préférence la pression à l'intérieur de l'enveloppe est inférieure à 5 millibars, de préférence encore inférieure à 1 millibar.

Avantageusement chaque paroi de la dite enveloppe forme une surface de révolution par rapport à un axe longitudinal XX', chaque paroi étant obtenue par scellage l'un contre l'autre, de préférence par collage ou thermosoudage, des deux bords longitudinaux opposés d'un film multicoche rectangulaire composant une même dite paroi, le rabattement se faisant le long d'une génératrice de la dite surface de révolution.

Dans un mode de réalisation lesdits deux bords longitudinaux opposés de la paroi sont scellés l'un contre l'autre sur la même face vers l'extérieur de l'enveloppe.

Ce sont donc les faces internes à l'enveloppe, c'est à dire tournées vers l'intérieur de l'enveloppe, qui sont scellées l'une contre l'autre. Ce mode de réalisation est plus particulièrement approprié lorsque le film multicouche constitutif des parois n'a pas la même composition sur chacune de ses faces, avec notamment seulement la face interne à l'enveloppe recouverte d'un liant scellable.

De préférence, lesdits bords longitudinaux opposés d'une même dite paroi, de préférence encore la paroi externe scellés l'un contre l'autre vers l'extérieur de l'enveloppe sont recouverts par un film multicouche additionnel de manière à recouvrir la tranche des dits bords raboutés l'un contre l'autre des dites parois.

Dans un autre mode de réalisation les deux bords longitudinaux de la paroi, de préférence la paroi interne sont scellés l'un contre l'autre, face intérieure à l'enveloppe de l'un contre face extérieure à l'enveloppe de l'autre.

Dans un premier mode de réalisation, lesdits bords respectifs des faces internes à l'enveloppe des parois interne et externe auxdites extrémités opposées scellés l'un contre l'autre, comprennent au moins un pli dans lesdits bords de la paroi externe, de préférence une pluralité de plis, de préférence encore régulièrement et symétriquement espacés le long de la circonférence desdites extrémités. Ainsi, dans la mesure où une partie des bords de la paroi externe sont repliés et scellés sur eux-mêmes, la surlongueur desdits bords de la paroi externe par rapport à ceux de la paroi interne n'engendre pas de risque de perte d'étanchéité de l'enveloppe.

Dans ce premier mode de réalisation, lesdites extrémités opposées et lesdits bords respectifs des parois interne et externe scellés l'un contre l'autre forment un cylindre de diamètre sensiblement identique au diamètre interne dudit tube de matériau isolant.

Dans un deuxième mode de réalisation, lesdits bords respectifs des faces internes à l'enveloppe des parois interne et externe, scellés l'un contre l'autre auxdites extrémités opposées dudit complexe, ne présentent pas de pli, et la paroi interne comprend des plis dans sa zone 5 centrale en contact avec ladite conduite entre lesdites extrémités opposées.

Dans ce deuxième mode de réalisation, lesdits bords respectifs des parois interne et externe auxdites extrémités opposées forment un cylindre de diamètre supérieur à celui de la conduite interne, mais 10 sensiblement identique au diamètre externe dudit tube de matériau isolant.

Pour réaliser les performances requises selon la présente invention, il faut une isolation thermique qui stoppe la convection. Il existe plusieurs types de matériaux isolants capables de réaliser ce 15 phénomène.

Dans un mode de réalisation, le matériau isolant à l'intérieur de la dite enveloppe est un nano-matériau notamment un aérogel de silice ou d'oxyde de titane. Dans un autre mode de réalisation, le matériau isolant est une mousse de matériau synthétique micro-poreux.

20 L'un d'entre eux est la mousse polyuréthane à cellules ouvertes. Les radiations thermiques dont la longueur d'onde est de l'ordre de quelques nanomètres sont piégées dans les cellules ouvertes elles-mêmes d'un diamètre de l'ordre de quelques nanomètres.

Pour améliorer les performances de ces matériaux de base, il est 25 important de la vider du gaz qu'elle contient, en général l'air, pour limiter les échanges thermiques par contact au minimum. Dans le cas de la mousse de polyuréthane, lorsque la qualité du vide dans les cellules ouvertes de la mousse atteint une valeur inférieure à 1 millibars, le coefficient de transfert thermique tombe environ de 6 milliwatt/m/°C ce 30 qui est à ce jour la valeur la plus faible obtenue pour tout type de matériaux.

Le vide est maintenu à ce niveau de valeur sur 20 ans grâce à un film thermoplastique soudé qui empêche ou limite l'intrusion de gaz (H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etc...) au minimum grâce à un film métallique (aluminium en général). Ce film est structuré pour résister aux variations de température 5 ainsi qu'à la soudure film à film.

Ce type de produits est maintenant utilisé dans l'industrie du froid "grand-public" (réfrigérateurs et autres appareils du même type).

Le principe est adaptable à d'autres matériaux présentant une capacité d'isolation intéressante qui peuvent être plus ou moins 10 économiques par rapport à la mousse polyuréthane à cellules ouvertes. D'autres matériaux organiques à cellules ouvertes sont décrits dans le WO 96/32605, notamment des polymères de polystyrène, polyéthylène, polyacrylique, polychlorure de vinyl.

Les films multicouches flexibles constitutifs de l'enveloppe 15 comprennent des couches de matériaux plastiques tels que polyester, chlorure de polyvinyl, polypropylène, alcool polyvinylique.

De préférence, la couche métallique est réalisée par dépôt sous vide sur ledit film plastique. De manière alternative, le film plastique peut être stratifié sur une feuille métallique.

20 De préférence, la couche plastique est constituée ou est revêtue d'une couche de matériau thermoplastique scellable à chaud notamment par thermosoudage, elle est notamment constituée de polymères qui ont un point de fusion inférieur à 200°C, tels que des résines polyoléfines, notamment polyéthylène ou PVC, polyacrylonitrile, polyamide.

25 De préférence encore, la couche métallique est revêtue sur chacune de ses faces d'une couche plastique, de préférence thermoplastique.

Des films multicouches flexibles pouvant constituer l'enveloppe sont aussi décrits dans WO 96/32605.

30 Lesdits complexes tubulaires isolants sous vide ainsi réalisés sont enfilés les uns contre les autres pour constituer un ensemble présentant un minimum de ponts thermiques, lesdits ponts thermiques se situant au

raccordement de deux complexes tubulaires isolants. Pour cela, les complexes tubulaires isolants selon l'invention sont de la longueur la plus longue possible, par exemple 6 m, la longueur étant en général limitée par les problèmes de manutention et les risques 5 d'endommagement lors de l'assemblage de la conduite PIP.

Dans un mode de réalisation avantageux, le complexe tubulaire selon l'invention comprend un écran supplémentaire entre ledit matériau isolant (5) et ladite paroi externe (7) de l'enveloppe, et/ou à l'extérieur de la dite enveloppe ledit écran supplémentaire étant constitué par un 10 film réfléchissant haute performance de préférence en mylar argenté.

La présente invention a également pour objet une conduite isolée ou un ensemble de deux conduites coaxiales comprenant une conduite interne et une conduite externe (PIP), de préférence des conduites sous-marines destinées aux grandes profondeurs comprenant des complexes 15 tubulaires unitaires selon l'invention placés autour de ladite conduite ou dans l'espace entre les deuxdites conduites coaxiales et de préférence autour de ladite conduite externe et raccordés les uns aux autres par leurs dites extrémités directement ou par l'intermédiaire d'éléments de raccordement.

20 Dans un mode de réalisation, lesdits complexes tubulaires unitaires sont enfilés les uns contre les autres au niveau de leurs dites extrémités qui sont ajustées, notamment élastiquement, les unes dans les autres en se chevauchant.

De préférence, on place en alternance des premiers complexes 25 tubulaires unitaires présentant des extrémités formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre externe dudit tube de matériau isolant, et des seconds complexes tubulaires présentant des extrémités formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre interne dudit tube de matériau isolant. Ainsi, une 30 extrémité d'undit premier complexe unitaire de grand diamètre coopère avec une extrémité d'undit deuxième complexe unitaire de plus petit diamètre.

Dans un autre mode de réalisation, lesdits complexes tubulaires unitaires présentent à leurs dites extrémités des surfaces complémentaires qui coopèrent de manière à ce que lesdites extrémités de deux complexes tubulaires unitaires s'emboîtent l'une dans l'autre.

5 Plus particulièrement, lesdites surfaces complémentaires ne sont pas constituées chacune d'une seule surface plane orthogonale à l'axe longitudinal (XX') des dits complexes tubulaires, mais comprennent des surfaces tridimensionnelles constituées de plusieurs surfaces planes orthogonales au dit axe longitudinal en escalier reliées entre elles par des  
10 surfaces de révolution coaxiales non orthogonales au dit axe.

Lorsque ledit complexe tubulaire isolant sous vide est positionné autour de la conduite intérieure d'un ensemble de deux conduites coaxiales, il est protégé par la conduite extérieure, cette dernière étant dimensionnée pour tenir la pression ambiante en son lieu d'installation.

15 La pression dans l'espace annulaire entre la conduite interne et la conduite externe peut être quelconque, de préférence faible, c'est à dire par exemple la pression atmosphérique. Plus particulièrement, ladite pression ne doit pas dépasser une valeur correspondant à l'implosion du tube de matériau isolant sous vide par dépassement de la compression  
20 admissible par le matériau isolant confiné dans ledit film multicouche constituant l'enveloppe dans lequel règne un vide poussé. Dans le cadre de l'invention représente la valeur d'implosion est d'au maximum quelques bars, par exemple 3 ou 4 bars, et la pression dans l'espace entre les deuxdites conduites externe et interne en dehors de l'enveloppe est  
25 inférieure à 3 bars, de préférence identique à la pression atmosphérique.

De préférence, lesdites conduites externe et interne sont reliées entre elles par des liens mécaniques centreurs comprenant de préférence des pièces en matériau plastique, de préférence encore en élastomère, pièces contre lesquelles viennent buter les dites extrémités de certains  
30 des dits complexes tubulaires.

Une autre limitation est engendrée par le comportement différentiel de la conduite interne par rapport à la conduite externe. En

effet, lorsque la conduite interne se trouve en pression, elle a tendance à s'allonger en raison de l'effet de fond. De la même manière, la variation de température de ladite conduite interne augmente la longueur. Mais la conduite externe restant à la pression du fond de la mer et à la 5 température du milieu ambiant, en général aux alentours de 4°C, il en résulte des efforts différentiels entre les deux conduites, ce qui implique l'installation desdits liens mécaniques espacés de manière régulière ou non et situés tout le long du PIP. L'espace entre deux dits liens mécaniques est calculé de manière à éviter que la contrainte de 10 compression engendrée au sein de la paroi de la conduite interne, due au bridage de la conduite externe l'empêchant de s'allonger, ne conduise à une instabilité mécanique de la paroi de la conduite interne appelée "flambage". Selon les cas, cet espace peut être de 6 m dans les cas défavorables ou atteindre 15 à 20 m dans les cas de conduites internes de 15 fort diamètre, par exemple 14" à 20". L'effet de fond et le flambage étant connus de l'homme de l'art dans le domaine des conduites pétrolières, ne seront pas développés dans les détails.

Ainsi, l'intervalle compris entre deux liens mécaniques successifs sera comblé par un ou plusieurs tubes isolants sous vide ajustés sur 20 lesdits liens mécaniques et au niveau de la jonction de chacun des tubes entre eux, de manière à limiter les ponts thermiques au droit des jonctions successives.

Avantageusement, ledit lien mécanique sera constitué d'un matériau peu conducteur de la chaleur et réalisant un bon compromis 25 entre performances mécaniques et performances d'isolation. A titre d'exemple, un tel lien mécanique peut être réalisé par une pièce moulée de type élastomère ou de type thermoplastique ou encore à partir de résines réticulées, chargées ou non.

La présente invention a également pour objet un procédé de 30 fabrication d'une conduite isolée ou d'un ensemble de deux conduites comprenant les étapes dans lesquelles :

1/ on applique, notamment on dépose directement le dit matériau isolant sur un premier film multicouche constitutif de ladite paroi interne revêtu sur une autre conduite et notamment le cas échéant autour de ladite conduite interne, de manière à ce que le dit matériau isolant présente une 5 forme tubulaire, puis

2/ on recouvre ledit matériau isolant avec un deuxième film multicouche constitutif de ladite paroi externe de l'enveloppe.

3/ on réalise lesdites extrémités opposées dudit complexe en scellant lesdits bords respectifs desdites parois externe et interne dans 10 ladite direction longitudinale.

Le scellement définitif des parois internes et externes intervient après mise en vide au niveau de pression absolue souhaitée, lequel doit être le plus faible possible, par exemple de l'ordre du millibar.

Dans un mode de réalisation à l'étape 3/ ci-dessus, on réalise au 15 moins un pli dans lesdits bords auxdites extrémités dans la direction longitudinale de la paroi externe, de préférence une pluralité de plis régulièrement et symétriquement espacés le long de la circonférence desdites extrémités dudit complexe tubulaire.

Dans un autre mode de réalisation, à l'étape 1/ on réalise au 20 préalable des plis dans ladite paroi interne entre lesdites bords auxdites extrémités de la dite paroi interne. Les surfaces de jonction des deux demi-tubes ne sont pas des surfaces planes diamétrales par rapport au dit tube, mais constitue de préférence des surfaces à trois dimensions.

Le tube isolant ainsi obtenu est autonome et présente l'avantage de 25 ne pas présenter de coupure longitudinale. Le système limite les pertes thermiques entre les deux parois aux pertes radiales au travers de la mousse sous vide qui sont directement liées à la valeur du coefficient de transfert thermique.

Les coupures radiales sont espacées suivant la longueur la plus 30 grande fabriquée (soit plusieurs mètres, 12 au plus) ;

Dans un autre mode de réalisation du procédé de fabrication selon l'invention le tube de matériaux isolant est réalisé par raboutage l'une

contre l'autre autour de ladite conduite, de demi-tubes préformés. Avantageusement, les surfaces de jonction des deux demi-tubes ne sont pas des surfaces planes diamétrales par rapport au dit tube, mais constituent de préférence des surfaces à trois dimensions, de manière à 5 obtenir un cheminement le plus allongé possible et réduire les pertes thermiques.

Le système isolant obtenu est un tube complet qui peut notamment se glisser sur la canalisation à isoler au moment de sa mise en œuvre.

Le système d'isolation selon la présente invention présente les 10 avantages suivants :

- le système est très léger et autorise une manipulation par une seule personne ;

- le système est suffisamment souple pour accepter les tolérances de fabrication des tuyauteries sans précautions particulières et permettre 15 ainsi son utilisation sur des tuyauteries mobiles ou dynamiques dont le rayon de courbure peut varier dans la limite des capacités de la tuyauterie elle-même ;

- le système peut s'adapter à toutes les formes que l'on rencontre sur les tuyauteries rigides comme les coudes, les tés etc... Les formes 20 sont alors réalisées grâce au principe du surdoufrage (industrie des tonneliers) ;

- bien que le système ne supporte qu'une faible variation de pression, il peut être utilisé dans des installations soumises à des pressions extérieures grâce à l'utilisation d'une enveloppe extérieure 25 rigide ou semi-rigide qui encaissera la pression extérieure ;

- la rapidité de fabrication et d'emploi.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui va suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- 30 • La figure 1 est une coupe axiale en vue de côté d'un PIP comportant un complexe tubulaire isolant sous vide situé entre une conduite interne et une conduite externe,

- La figure 2 est une coupe longitudinale le long d'une génératrice d'un complexe tubulaire isolant sous vide selon l'invention détaillant un mode de soudage des extrémités circulaires opposées,
- 5 • Les figures 3 et 4 sont des sections radiales de l'enveloppe d'un complexe tubulaire isolant sous vide, selon l'invention,
- Les figures 5 et 6 sont des sections longitudinales de films complexes multicouches (10) comportant un film aluminium 11 en sandwich entre des couches thermoplastiques (12),
- 10 • La figure 7 est une section en vue de côté d'un raboutage de deux bords opposés longitudinaux du film de la paroi interne selon la figure 4,
- Les figures 8 et 9 sont des sections en vue de côté d'un raboutage de deux bords longitudinaux opposés du film de la paroi externe selon, la figure 4 respectivement avant et après soudage par effet thermique,
- 15 • Les figures 10 et 11 sont des sections en vue de côté selon la figure 9 comportant de plus un écran multicouche supplémentaire, respectivement avant et après soudage par effet thermique,
- Les figures 12, 13 et 14 sont des coupes axiales en vue de côté d'une conduite interne sur laquelle est fabriquée directement l'élément d'isolation, l'ensemble étant représenté à trois stades de ladite fabrication
- 20 • Les figures 15, 16 et 17 sont des sections de l'élément isolant tubulaire reconstitués à partir de deux demi-tubes.
- Les figures 18A et 18 B sont des coupes longitudinales d'un ensemble de deux conduites coaxiales PIP détaillant le raccordement de deux complexes isolants reliés directement.
- 25 • La figure 19 est une coupe longitudinale d'un PIP détaillant le raccordement de deux complexes isolants par l'intermédiaire de deux demi coquilles de complexe isolant.

- Les figures 20A et 20B sont des vues respectivement en coupe et en perspective de complexes isolants en forme de demi coquilles selon les figures 15 et 19.
- Les figures 21 et 22 détaillent un mode préféré de réalisation des diverses soudures des bords longitudinaux des parois internes (figures 21A et 21B) et des parois externes (figures 22A et 22B) longitudinales et circulaires.
- Les figures 23a à 23d détaillent un mode de réalisation des soudures des bords respectifs des parois externe et interne scellés l'un contre l'autre avec des plis dans le bord de la paroi externe.
- La figure 24 est une vue de côté détaillant la phase finale de la soudure longitudinale extérieure des figures 22A et 22B.
- La figure 25 est une vue de côté de la conduite associée à une coupe du complexe isolant dans une variante de mode d'assemblage et de soudage circulaire des bords circulaires respectifs des parois externe et interne avec des plis dans ladite paroi interne.
- La figure 26 est une section en vue de côté de l'assemblage de deux types différents de réalisation de complexe tubulaire isolant, imbriqués les uns dans les autres.

La figure 1 est une coupe axiale en vue de côté d'un PIP comportant une conduite interne 3 maintenue coaxiale à une conduite externe 2 par l'intermédiaire de liens mécaniques 9 espacées de manière régulière ou non, un complexe tubulaire isolant sous vide étant situé entre les deux conduites.

Le complexe tubulaire 1 comprend :

- une enveloppe 4 et un matériau isolant 5 confiné entre la paroi interne et la paroi externe 7 de la dite enveloppe 4,
- chacune des dites parois 6, 7 étant constituée d'un film multicoche 10 comprenant au moins une couche écran 11 jouant le rôle de barrière moléculaire contre la migration de gaz, de

préférence un film métallique et au moins une couche thermoplastique 12,

- Les extrémités circulaires opposées 8a, 8b des dits complexes tubulaires étant constituées par les bords respectifs 6s, 7s desdites parois interne 6 et externe 7 reliées directement l'une contre l'autre par thermoscellage, le dit matériau isolant se présentant sous forme de tube rigide continu, sans discontinuité sur sa périphérie.
- Le matériau isolant tubulaire 5 est réalisé en mousse de polyuréthane à cellules ouvertes,

Sur la figure 1, les dits complexes tubulaires unitaires 1 sont enfilés les uns dans les autres au niveau de leurs extrémités 8a, 8b qui sont ainsi ajustées élastiquement les unes dans les autres en se chevauchant ; les dites conduites externe 2 et interne 3 sont reliées entre elles par des liens mécaniques 9 comprenant des pièces en matériau élastomère, pièces contre lesquelles viennent buter les dites extrémités 8a, 8b de certains des dits complexes tubulaires 1.

Sur la figure 2, lesdites extrémités opposées 8a, 8b dans ladite direction longitudinale XX' dudit complexe tubulaire sont constitués chacune par les bords respectifs 6s, 7s des faces internes à l'enveloppe de chacune desdites parois, scellés l'un contre l'autre.

Sur les figures 2 à 4, chaque paroi 6, 7 de la dite enveloppe 4 forme une surface de révolution par rapport à une axe longitudinal XX', chaque paroi étant obtenue par raboutage l'un contre l'autre, par collage ou thermosoudage, des bords longitudinaux opposés 6<sub>1</sub>/6<sub>2</sub> 7<sub>1</sub>/7<sub>2</sub> d'un film multicouche rectangulaire composant la dite paroi, le raboutage se faisant le long d'une génératrice de la dite surface de révolution.

Sur les figures 3, et 8 à 11, les dits deux bords longitudinaux 6<sub>1</sub>/6<sub>2</sub> 7<sub>1</sub>/7<sub>2</sub> des parois interne 6 et externe 7 sont raboutés vers l'extérieur de l'enveloppe l'un contre l'autre sur la même face, c'est à dire respectivement vers l'intérieur et vers l'extérieur du tube.

Sur les figures 4 et 7, les deux bords longitudinaux de la paroi interne 6 sont raboutés l'un contre l'autre face intérieure à l'enveloppe de l'un 6<sub>3</sub> contre face extérieure à l'enveloppe de l'autre 6<sub>4</sub>.

Sur les figures 10 et 11, les dits bords longitudinaux des parois 5 raboutés vers l'extérieur de l'enveloppe sont recouverts par un film multicouche 13 additionnel de manière à recouvrir la tranche des dits bords raboutés l'un contre l'autre, ce qui augmente l'étanchéité de l'enveloppe par augmentation du cheminement pour les molécules de gaz.

Sur les figures 9 à 11, on a représenté la couche thermoplastique 10 fondu à chaud 14 qui permet d'obtenir le collage par thermosoudage des couches plastiques externes constitutives des films multicouches 10 de l'enveloppe flexible.

Sur les figures 12 à 14, on a représenté un mode de fabrication des complexes isolants 5 selon l'invention.

15 Sur la figure 12, on a représenté une première étape qui consiste à appliquer un film multicouche 10 sur la conduite interne 3 de façon à constituer ultérieurement la paroi interne 6 de ladite enveloppe 4.

Ainsi, la conduite est enveloppé directement d'un film composite soudé longitudinalement de préférence selon le principe décrit sur la 20 figure 4

Sur la figure 13, on a représenté une deuxième étape qui consiste à appliquer le matériau isolant 5 constitué de mousse de polyuréthane laquelle est déposée directement sous une forme tubulaire sur le dit film multicouche 10 constitutif de la paroi interne 6.

25 Le matériau isolant 5 est déposé sur le film 10, par exemple par pulvérisation en synchronisation avec la rotation de la conduite intérieure, de manière à obtenir une épaisseur supérieure à l'épaisseur recherchée. Après durcissement du matériau isolant, si la face externe est irrégulière ou de diamètre trop important, ladite face est usinée par 30 tournage ou fraisage pour atteindre la forme tubulaire recherchée.

Puis la dernière étape sur la figure 14 consiste à appliquer sur le dit matériau isolant 5 présentant une forme tubulaire un deuxième film multicoche 10 constituant la paroi externe 7 de la dite enveloppe 4.

Pour ce faire, le film de la paroi externe est alors, soit enroulé 5 autour du matériau isolant 5 puis soudé longitudinalement comme décrit sur la figure 4, soit préfabriqué pour constituer un tube de circonférence intérieure légèrement supérieure à la circonférence extérieure du tube en matériau isolant, puis glissé autour dudit ensemble conduite intérieure – matériau isolant, pour constituer la paroi externe.

10       Après mise sous vide on effectue le scellement des bords 6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub> des parois externe et interne à leurs extrémités 8a, 8b pour former l'enveloppe 4.

En procédant ainsi, le jeu entre la conduite interne 3 et le complexe isolant est minimum, voire nul et le complexe isolant, construit 15 d'une seule pièce ne présente aucune discontinuité de matière dans l'épaisseur de la paroi isolante, ce qui limite les ponts thermiques décrits ci-après.

Sur les figures 15 à 17, on a représenté un autre mode de réalisation d'un tube de matériau isolant 5. Celui-ci est réalisé à partir de 20 deux demi-tubes 15a, 15b qui sont préformés avant d'être appliqués sur la conduite interne 3.

La figure 15 représente un système isolant préfabriqué en deux demi-coquilles 15a, 15b assemblées selon un plan diamétral. La surface jonction 15 entre les deux demi-coquilles 15a, 15b présente alors une 25 longueur minimale entre l'extérieur et l'intérieur du tube isolant.

Sur les figures 16 et 17, on représente des surfaces de jonctions qui représentent des cheminements rallongés : les surfaces de jonctions 15 des deux demi-tubes 15a, 15b ne sont pas des surfaces planes diamétrales comprenant l'axe longitudinal XX' dudit tube, mais 30 constituent des surfaces à trois dimensions obtenues à partir de surfaces planes en escaliers (figure 16) ou des surfaces courbes (figure 17).

La surface de jonction 15 est une zone où la conductivité thermique est accrue. C'est pourquoi, il est préférable que le cheminement entre la surface interne 16 et la surface externe 17 du tube soit le plus long possible tel que représenté sur les figures 16 et 17.

5 Ces plans de jonction 15 présentant un cheminement rallongé, ne suppriment pas les ponts thermiques, mais minimisent leur conséquence par allongement du parcours, donc augmente les performances du complexe isolant.

Sur la figure 18A, on a représenté le raccordement de deux 10 complexes isolants tubulaires présentant à leurs extrémités des surfaces complémentaires 16 en escalier de manière à augmenter le cheminement de la chaleur mieux représentées sur la figure 18 B. Les surfaces complémentaires 16 comprennent deux surfaces planes octogonales 16<sub>1</sub>, 16<sub>3</sub> à l'axe longitudinal XX' des dites conduites, les dites surfaces planes 15 octogonales étant reliées par une surface de révolution tubulaire 16<sub>2</sub> de sorte que les surfaces complémentaires peuvent s'emboîter l'une dans l'autre, les extrémités scellées des parois externes et internes des dits complexes tubulaires unitaires dépassant respectivement du côté de la conduite externe et du côté de la conduite interne.

20 Sur la figure 19, on a représenté un procédé de fabrication d'un ensemble de deux conduites dans lequel :

1. On assemble par soudage 18 deux sous-ensembles unitaires de conduites coaxiales 17 a et 17 b comprenant des complexes tubulaires isolant 1a et 1b qui ne recouvrent pas les extrémités 19a et 19b des dites conduites internes,
2. On complète l'isolation thermique entre les deux extrémités des complexes tubulaires 1a et 1b à l'aide d'éléments de raccordement constitués de deux demi-complexes tubulaires 20a et 20b. Chacun des deux demi-complexes tubulaires 20a et 20b comprenant un demi-tube de matériau isolant préformé confiné sous vide dans

une dite enveloppe composée de dit films multicouches. Les deux demi-complexes tubulaires sont raboutés l'un contre l'autre autour des dites conduites internes 3 au niveau de leurs extrémités non recouvertes 19a et 19b.

5 Dans la figure 19, les complexes isolants tubulaires 1a, 1b sont espacés d'une longueur pouvant atteindre par exemple 200 mm, de préférence 400 mm, de manière à faciliter l'accès à la zone permettant d'effectuer l'assemblage des conduites internes 3, par exemple par soudage.

10 Les figures 21a et 21b représentent respectivement, en vue de côté et en coupe, la conduite interne 3 sur laquelle est installée la paroi interne 6, dont les bords opposés 6<sub>3</sub>, 6<sub>4</sub> longitudinaux ont été soudés l'un sur l'autre, conformément au mode représenté sur la figure 4, puis repliée pour être insérée autour de la conduite.

15 Les éléments tubulaires en matériau isolant 5 sont alors installés autour de la conduite 3 comme représenté sur la figure 22a, et la paroi externe 7 de l'enveloppe est mise en place, puis ses bords opposés 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> sont soudés longitudinalement comme indiqué sur la figure 22b conformément aux dispositions de la figure 4.

20 La réalisation de la soudure circulaire des bords respectifs 6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub> des parois interne et externe auxdites extrémités opposées 8a, 8b desdits complexes, présente une difficulté car les deux cylindres constitués par la paroi interne et la paroi externe n'ont pas le même diamètre et par conséquent pas la même circonférence. Un mode de réalisation de la 25 soudure selon l'invention est détaillé dans les figures 23a à 23d, dans lequel on effectue des soudages par pointage 24 de la paroi externe 7 sur la paroi interne 6 dans les six positions successives a, b, c, d, e et f tel que représenté sur la figure 23b, ce qui conduit à la configuration de la figure 23c. Dans cette configuration la paroi externe 7 de l'enveloppe 30 possède toujours la même circonférence, mais les surplus de longueur 23 sont sensiblement uniformément répartis sur la circonférence de la paroi interne 6. La figure 23d détaille la phase finale du soudage consistant à

déplacer l'élément soudant, ici représenté par un tambour chauffant 22 roulant, simplement en s'appuyant sur la paroi externe. Le tambour 22 chasse devant lui le surplus de longueur 23 jusqu'à ce que le pointage suivant soit atteint. Dans cette position, le tambour rapproche alors les 5 deux faces internes à l'enveloppe du surplus de paroi externe et les soude directement l'une sur l'autre. En continuant le soudage circulaire, on résorbe ainsi successivement les six surlongueurs initiales 23 séparées par les six soudures par pointage 24. La soudure ainsi obtenue présente la caractéristique d'être réalisée, dans la partie circulaire, entre la paroi 10 externe et la paroi interne de l'enveloppe et, dans la zone de résorption des surlongueurs entre la paroi externe et elle même. Lesdits bords respectifs 6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub> desdites parois interne et externe scellés l'un contre l'autre comprennent, dans lesdits bords 7<sub>5</sub> de la paroi externe, une pluralité de plis 21 régulièrement et symétriquement espacés le long de la 15 circonférence desdites extrémités 8a, 8b.

La figure 24 décrit un mode préféré de réalisation de la soudure longitudinale de la paroi externe facilitant la mise au vide du complexe tubulaire isolant. La séquence le soudage est alors :

- mise en place de la paroi interne 6 sur la conduite 3 après soudage longitudinal comme détaillé sur les figures 21a-21b.
- mise en place du matériau isolant 5 et de la paroi externe 7 de l'enveloppe comme détaillé sur les figures 22a, 22b et soudage longitudinal des bords longitudinaux opposés 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub> de la paroi externe de l'enveloppe selon le mode dit "pas de pèlerin". Ce mode de soudage consiste à souder dans la direction longitudinale XX' une longueur d'enveloppe 31, par exemple 75cm, puis à laisser une longueur non soudée 32, par exemple 20cm, puis de nouveau une longueur soudée et ainsi de suite. On observe alors sur la génératrice extérieure de la paroi 20 25 30

externe de l'enveloppe une succession de zones soudées 31 et de zones ouvertes 32.

- les soudures circulaires d'extrémité 8a, 8b sont alors réalisées selon le mode décrit précédemment en référence aux figures 23a à 23d. Le complexe tubulaire isolant est ainsi complètement soudé sauf à l'emplacement des zones ouvertes 32 représentées sur la figure 24.

L'ensemble est alors installé dans la chambre à vide et un dispositif constitué d'une presse 35 équipée d'actionneurs 33, par exemple pneumatiques, à l'extrémité desquels sont installées des règles chauffantes 34, est disposé au niveau de chacune des boutonnières. Les actionneurs 33 sont représentés en position rétractée et les bords de la zone ouverte 32 sont maintenues écartés, par exemple au moyen de ruban adhésif double face qui assure le collage des bords sur les règles chauffantes 34, de préférence dans une zone légèrement décalée par rapport à la zone active de chauffage. La zone ouverte de droite sera équipée de son système de pressage avant que la chambre à vide ne soit refermée et le vide réalisé. Lorsqu'un vide suffisant est atteint, le getter, sous forme de pastilles ou de granules, est distribué de préférence dans chacune des zones ouvertes 32, puis la presse 35 est refermée grâce aux actionneurs 33 et les règles chauffantes 34 mises en température pour effectuer le scellement final. En procédant ainsi, on met en place le getter sans que ce dernier n'ait été en contact avec l'air ambiant, ce qui aurait eu pour conséquence de consommer inutilement une partie de sa capacité d'adsorption. Pour ce faire, le getter est stocké dans un réservoir sous vide ou sous gaz inerte, ce dernier n'étant mis en communication avec la chambre à vide qu'une fois le niveau de vide désiré atteint.

Ces zones ouvertes 32 constituent des sortes de "boutonnières" et présentent l'avantage considérable de pouvoir optimiser le temps de tirage au vide, car chacune des zones ouvertes 32 draine une portion de conduite située à sa droite et à sa gauche relativement restreinte, par

exemple 50cm de chaque côté, alors que dans le cas d'un complexe isolant sans "boutonnières" tiré au vide depuis ses extrémités 8a, 8b, les molécules de gaz devront parcourir une distance d'au moins 3m dans le cas d'un complexe tubulaire isolant 6m. La position et la longueur des boutonnières 32 dépendra du type de matériau isolant et de la quantité de gaz à contenir que l'on doit répartir sur la longueur du dit complexe tubulaire isolant. A titre d'exemple, un complexe tubulaire isolant de 4m de longueur comporte une première boutonnière 32 de 20cm de long située à 40cm de l'extrémité, puis trois boutonnières 32 identiques de 20cm espacées de 80cm, la dernière se trouvant alors à 40cm de la seconde extrémité.

La figure 25 décrit une variante du mode d'assemblage des parois interne et externe du complexe tubulaire isolant dans laquelle la circonférence de la paroi interne est sensiblement identique, en fait très légèrement inférieure à celle de la paroi externe auxdites extrémités opposées 8a, 8b, cette circonférence correspondant sensiblement au diamètre extérieur du tube constitué par le tube de matériau isolant 5. Le bord 65 d'extrémité circulaire de la paroi interne du complexe tubulaire isolant possède donc un diamètre largement supérieur à celui de la conduite interne 3. On installe donc ladite paroi interne 6 soudée sur elle-même longitudinalement, autour de la conduite 3 et l'on glisse à chacune des extrémités 8a, 8b un mandrin 40 dont le diamètre correspond sensiblement au diamètre du tube de matériau isolant 5. Les bords 65 aux extrémités de la paroi interne 6 se trouve donc directement en contact avec les mandrins 40, sans jeu significatif entre les bords 65, 75 respectifs des parois interne et externe. On résorbe la surlongueur de la circonférence de la zone centrale de la paroi interne 6 par rapport à celle de la conduite 3 en réduisant le diamètre du tube formé par la paroi interne, en serrant uniformément toute la partie centrale de la paroi interne 6 en contact avec la conduite 3 entre lesdits bords d'extrémité 65 du dit tube, ce qui crée des plis 41 dans la zone centrale. Lesdits plis 41 s'estompent dans la zone conique 42 de raccordement pour se terminer

sans plis dans la zone des bords 65 en contact avec les mandrins. Les éléments isolants 5 sont alors mis en place et la paroi externe 7 est installée puis soudée en "pas de pèlerin" comme décrit ci-dessus. Les soudures aux extrémités 8a, 8b sont alors réalisées à l'aide d'un dispositif 5 constitué par exemple d'un tambour chauffant 43 roulant simplement sur la périphérie de la paroi externe 7 de l'enveloppe et appuyant 44 de manière contrôlée sur cette dernière.

Le dispositif de soudage peut être du type chauffant, à ultrason ou à induction, ce peut être un tambour ou un patin frottant simplement sur 10 la paroi externe à souder. Le soudage peut être remplacé par un collage, par un adhésif double face ou par une combinaison de ces procédés.

La figure 26 décrit une manière avantageuse de réaliser l'isolation d'une conduite de grande longueur en combinant les deux types de fabrication décrits précédemment. Par exemple, on installe sur la 15 conduite 3 un premier complexe isolant 1A réalisé selon le mode décrit dans les figures 14, 21-22-23. Puis, on lui juxtapose un complexe isolant 1B réalisé selon le mode décrit dans la figure 25, ce qui permet de rapprocher au plus près les deux complexes tubulaires isolants de type A et B et de réduire ainsi les ponts thermiques. L'alternance A-B-A-B-... 20 sera maintenue jusqu'à ce qu'un lien mécanique 9 tel que détaillé dans la figure 1 soit nécessaire pour maintenir l'écartement entre la conduite interne et externe. Pour la clarté du dessin, et pour comprendre l'imbrication des extrémités circulaires 8a, 8b des complexes tubulaires isolants, ceux de type B ont été représentés avec un diamètre supérieur. 25 Mais, en fait les premiers complexes tubulaires 1A présentent des extrémités 8a, 8b formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre interne dudit tube du matériau isolant 5 et les seconds complexes tubulaires 1B présentent des extrémités 8a, 8b formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du 30 diamètre externe dudit tube de matériau isolant 5.

Le complexe tubulaire isolant restant un produit fragile, il est avantageusement protégé par une enveloppe de protection extérieure

(non représentée), mécaniquement résistante. Cette enveloppe de protection peut être un simple enrubannage d'un film mince résistant, ou elle peut être constituée par l'application d'un matériau composite, par exemple à base de résine époxy ou polyuréthane, qui polymérise soit 5 sous l'effet de la chaleur ambiante ou de rayonnements ultra-violets. Dans le cas d'une conduite simple, cette enveloppe de protection jouera le rôle de coquille extérieure. Dans le cas de PIP, cette enveloppe de protection évitera avantageusement l'endommagement du complexe tubulaire isolant lors de l'installation de l'enveloppe externe par 10 glissement sur ledit complexe tubulaire isolant.

Ce type d'isolation haute performance vise tout type de conduite de 2" (pouces) à 30" (pouces) de diamètre, et plus particulièrement les conduites sous-marines de production de 6" (pouces) à 14" (pouces). L'épaisseur d'isolation permettant d'atteindre les niveaux de 15 performances recherchées sont de l'ordre de 5 mm à 2 cm d'épaisseur pour un matériau isolant constitué de la mousse de polyméthane à cellules ouvertes. Dans certaines applications où l'on recherche une isolation extrême, une épaisseur jusqu'à 5 cm est envisageable.

## REVENDICATIONS

1. Complexe tubulaire isolant (1) apte à être placé autour d'une conduite 3, de préférence une conduite sous-marine destinée aux grandes profondeurs caractérisé en ce qu'il comprend :
  - 5 - une enveloppe flexible (4) et un matériau isolant (5) confiné sous vide entre la paroi interne (6) et la paroi externe (7) de la dite enveloppe (4),
    - chacune des dites parois (6, 7) étant constituée d'un film multicoche (10) comprenant au moins une couche écran (11), de 10 préférence un film métallique et au moins une couche plastique (12), de préférence thermoplastique,
    - ledit matériau isolant se présentant sous forme de tube (5, 15a, 15b), et
      - les extrémités opposées (8a, 8b) dans la direction longitudinale 15 (XX') des dits complexes tubulaires étant constituées chacune par les bords respectifs (6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub>) desdites parois interne et externe dudit complexe tubulaire, scellés l'un contre l'autre, de préférence par collage ou thermosoudage.
2. Complexe tubulaire isolant selon la revendication 1 20 caractérisé en ce que chaque paroi (6, 7) de la dite enveloppe (4) forme une surface de révolution par rapport à un axe longitudinal (XX'), chaque paroi étant obtenue par scellage l'un contre l'autre, de préférence par collage ou thermosoudage, des bords longitudinaux opposés (6<sub>1</sub>/6<sub>2</sub>, 7<sub>1</sub>/7<sub>2</sub>) d'un film multicoche rectangulaire composant une même dite 25 paroi, le raboutage se faisant le long d'une génératrice de la dite surface de révolution.
3. Complexe tubulaire isolant selon la revendication 1 ou 2 caractérisées en ce que les dits deux bords longitudinaux (6<sub>1</sub>/6<sub>2</sub>, 7<sub>1</sub>/7<sub>2</sub>) de la paroi (6, 7) sont scellés l'un contre l'autre sur la même face vers 30 l'extérieur de l'enveloppe.
4. Complexe tubulaire isolant selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que lesdites extrémités opposées (8a, 8b) dans ladite

direction longitudinale (XX') dudit complexe tubulaire sont constitués chacune par les bords respectifs (6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub>) des faces internes à l'enveloppe de chacune desdites parois, scellés l'un contre l'autre.

5. Complexé tubulaire isolant selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits bords respectifs (6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub>) desdites parois interne et externe scellés l'un contre l'autre comprennent au moins un pli (21) dans lesdits bords (7<sub>5</sub>) de la paroi externe, de préférence une pluralité de plis régulièrement et symétriquement espacés le long de la circonférence desdites extrémités (8a, 8b).

10 6. Complexé tubulaire selon la revendication 4 caractérisé en ce que lesdits bords respectifs (6<sub>5</sub>, 7<sub>5</sub>) desdites parois interne et externe, scellés l'un contre l'autre forment un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre externe dudit tube de matériau isolant (5), et ladite paroi interne de l'enveloppe comprend des plis (41) dans la zone 15 centrale en contact avec ladite conduite (3) entre lesdites extrémités (8a, 8b).

7. Complexé tubulaire isolant de conduite coaxiale selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les dits bords longitudinaux opposés d'une même paroi (6<sub>1</sub>/6<sub>2</sub>, 7<sub>1</sub>/7<sub>2</sub>) scellés l'un 20 contre l'autre vers l'extérieur de l'enveloppe sont recouverts par un film multicouche additionnel (13) de manière à recouvrir la tranche des dits bords longitudinaux.

8. Complexé tubulaire isolant selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisées à ce que la pression à l'intérieur de la dite enveloppe est 25 inférieure à 5 mbars de préférence inférieure à 1 mbar.

9. Complexé tubulaire selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisées en ce que le matériau isolant (5) à l'intérieur de la dite enveloppe (4) est une mousse de matériau synthétique micro-poreux.

10. Complexé tubulaire isolant selon l'une des revendication 1 à 30 9 caractérisée en ce que la mousse dudit matériau synthétique micro-poreux est une mousse de polyuréthane à cellules ouvertes.

11. Complexe tubulaire selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que ledit tube de matériau isolant est constitué par des arc de tubes assemblés (15a, 15b), de préférence des demi-tubes, raboutés l'un contre l'autre.

5 12. Conduite isolée, de préférence conduite sous-marine destinée aux grandes profondeurs caractérisée en ce qu'elle comprend des complexes tubulaires unitaires (1) selon l'une des revendications 1 à 11 placés autour de ladite conduite et raccordés les uns aux autres au niveau de leurs dites extrémités (8a, 8b), directement ou par l'intermédiaire 10 d'éléments de raccordement (20a, 20b).

13. Conduite isolée selon la revendication 12 caractérisée en ce que les dits complexes tubulaires unitaires (1) sont enfilés les uns contre les autres au niveau de leurs dites extrémités (8a, 8b) qui sont ajustées élastiquement les unes dans les autres en se chevauchant.

15 14. Conduite isolée selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'on juxtapose des premiers complexes tubulaires unitaires (1A) présentant des extrémités (8a, 8b) formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre interne dudit tube de matériau isolant (5), et des seconds complexes tubulaires (1B) présentant des 20 extrémités (8a, 8b) formant un cylindre de diamètre sensiblement identique à celui du diamètre externe dudit tube de matériau isolant (5).

15. Conduites isolées selon l'une des revendications 1 à 13 caractérisée en ce que lesdits complexes tubulaires unitaires 1 présentent à leurs dites extrémités (8a, 8b) des surfaces complémentaires (16<sub>1</sub>, 16<sub>3</sub>) 25 qui coopèrent de manière à ce que lesdites extrémités de deux complexes tubulaires unitaires s'emboîtent l'une dans l'autre.

16. Conduites isolées selon la revendication 15 caractérisée en ce que lesdites surfaces complémentaires (16) comprennent des surfaces tridimensionnelles constituées de plusieurs surfaces planes (16<sub>1</sub>, 16<sub>3</sub>) 30 orthogonales au dit axe longitudinal (XX') en escalier reliées entre elles par des surfaces de révolution coaxiales non orthogonales (16<sub>2</sub>) au dit axe.

17. Ensemble de deux conduites coaxiales comprenant une conduite interne (3) et une conduite externe (2) comprenant des complexes tubulaires unitaires (1) selon l'une des revendications 1 à 12, placés dans l'espace entre les deuxdites conduites et raccordés les uns 5 aux autres au niveau de leurs dites extrémités (8a, 8b), ladite conduite interne, et de préférence ladite conduite externe, comprenant une autre conduite isolée selon l'une des revendications 13 à 16.

18. Ensemble de deux conduites coaxiales selon l'une des revendications 13 à 17 caractérisé en ce que les dites conduites externe 10 (2) et interne (3) sont reliées entre elles par des liens mécaniques centreurs (9) comprenant de préférence des pièces en matériau plastique, de préférence encore en élastomère, pièces contre lesquelles viennent buter les dites extrémités (8a, 8b) de certains des dits complexes tubulaires (1).

15 19. Ensemble de 2 conduites selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que la pression dans l'espace entre les deuxdites conduites, en dehors de l'enveloppe, est inférieure à 3 bars, de préférence identique à la pression atmosphérique.

20. Procédé de fabrication d'une conduite isolée ou d'un ensemble de deux conduites coaxiales selon l'une des revendications 13 à 19 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes dans lesquelles :

25 1/ on applique le dit matériau isolant (5) sur un premier film multicoche 10 constitutif de ladite paroi interne 6 revêtu sur une autre conduite, de manière à ce que le dit matériau isolant 5 présente une forme tubulaire, puis

2/ on recouvre le dit matériau isolant 5 avec un deuxième film multicoche 10 constitutif de ladite paroi externe 7 de l'enveloppe 4, puis

30 3/ on réalise lesdites extrémités opposées (8a, 8b) dudit complexe en scellant lesdits bords respectifs (6s, 7s) desdites parois externe et interne.

21. Procédé de fabrication d'un ensemble de deux conduites selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'à l'étape 1/ un tube de matériau isolant 5 est réalisé par raboutage l'un contre l'autre autour de la conduite interne 3, de deux demi-tubes préformés (15a, 15b).

5        22. Procédé selon la revendication 20 ou 21, caractérisé en ce qu'à l'étape 3/, on réalise au moins un pli (21) dans lesdits bords (7s) auxdites extrémités (8a, 8b) de la paroi externe, de préférence une pluralité de plis, de préférence encore régulièrement et symétriquement espacés le long de la circonférence desdites extrémités (8a, 8b) dudit  
10 complexe tubulaire.

23. Procédé selon la revendication 20 ou 21, caractérisé en ce que à l'étape 1/ on réalise au préalable des plis (41) dans ladite paroi interne (6) entre lesdites bords (6s) auxdites extrémités (8a, 8b) de la dite paroi interne (6).

1/7

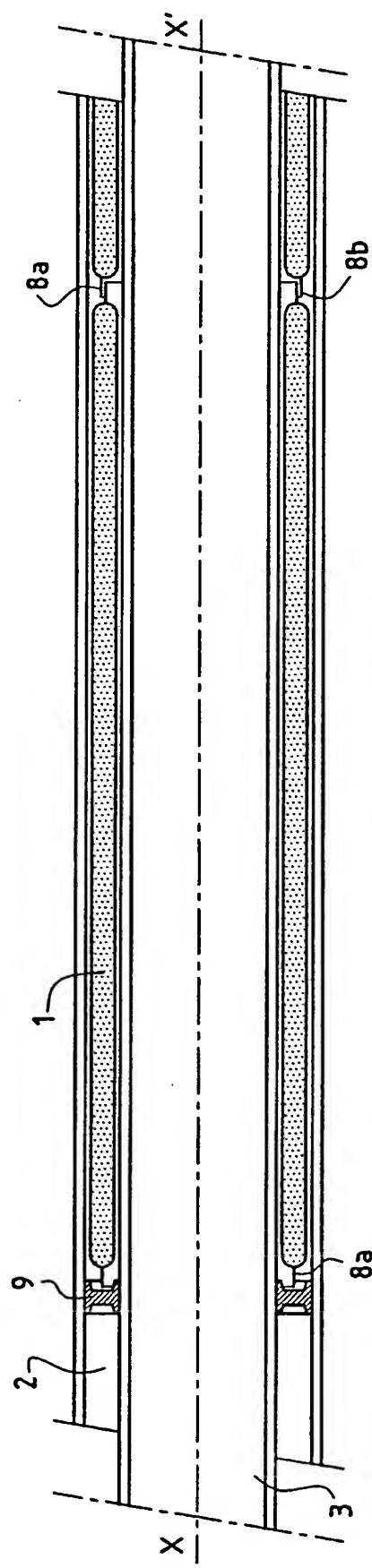


FIG. 4

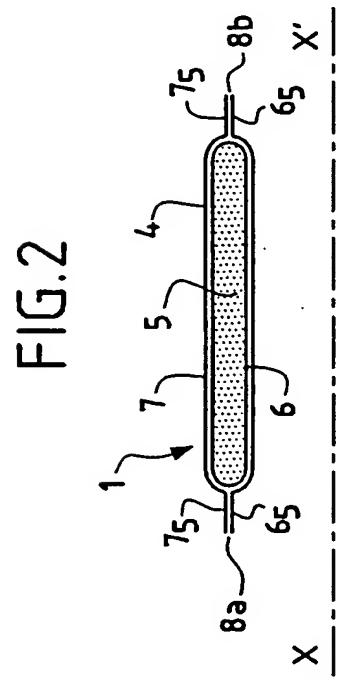
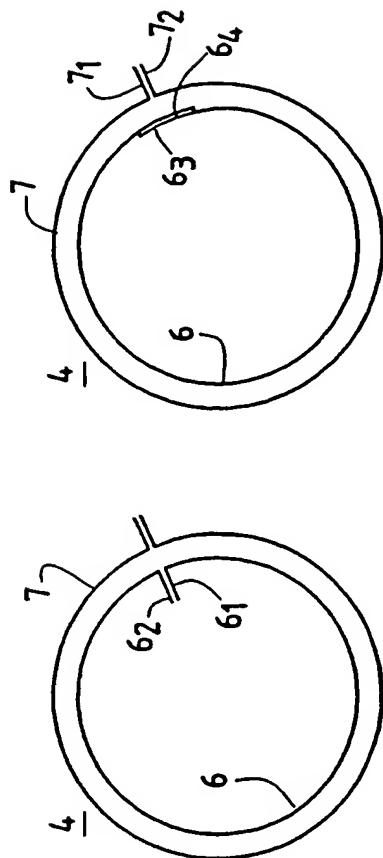


FIG. 1

2/7

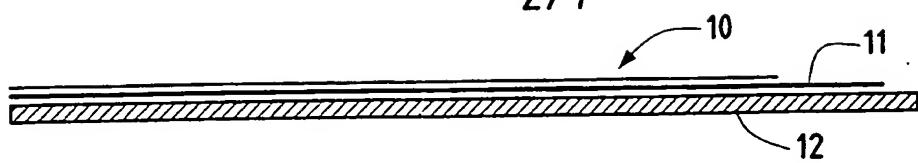


FIG.5

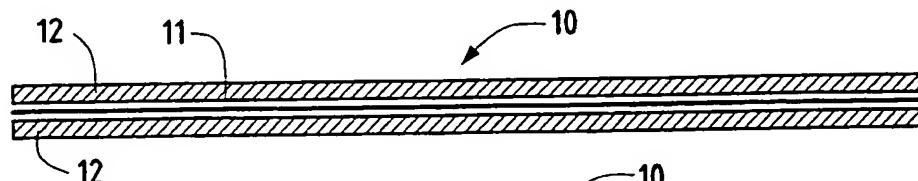


FIG.6

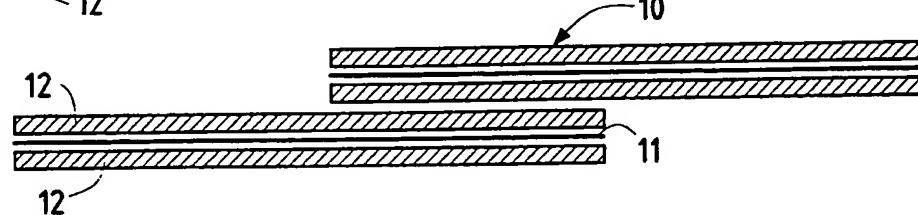


FIG.7

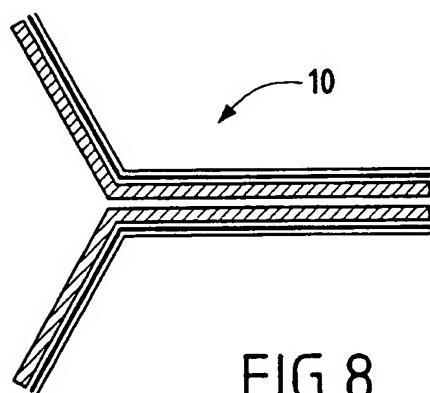


FIG.8

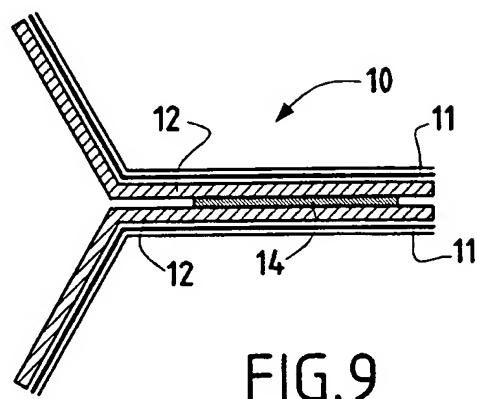


FIG.9

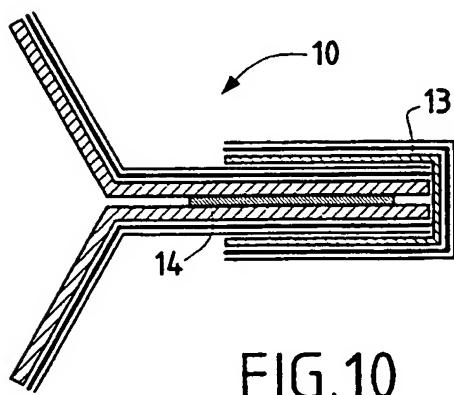


FIG.10

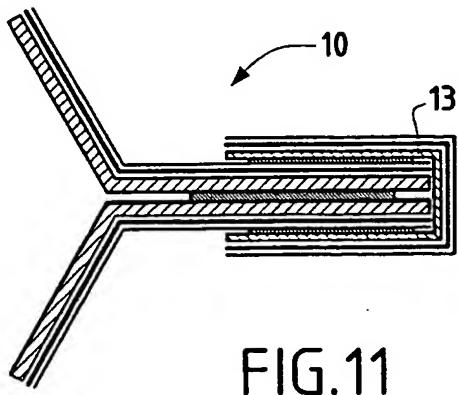
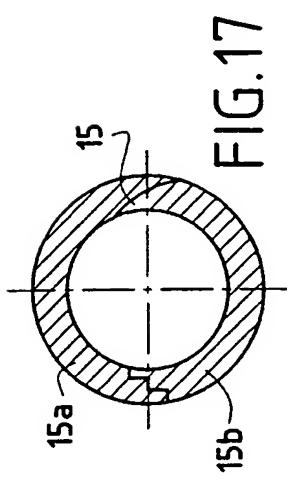
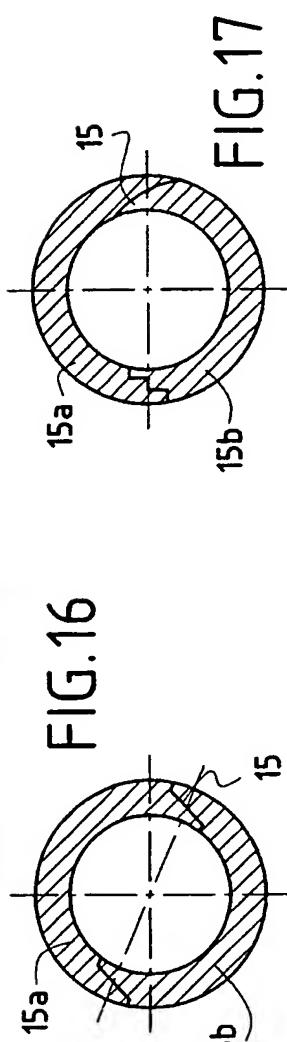
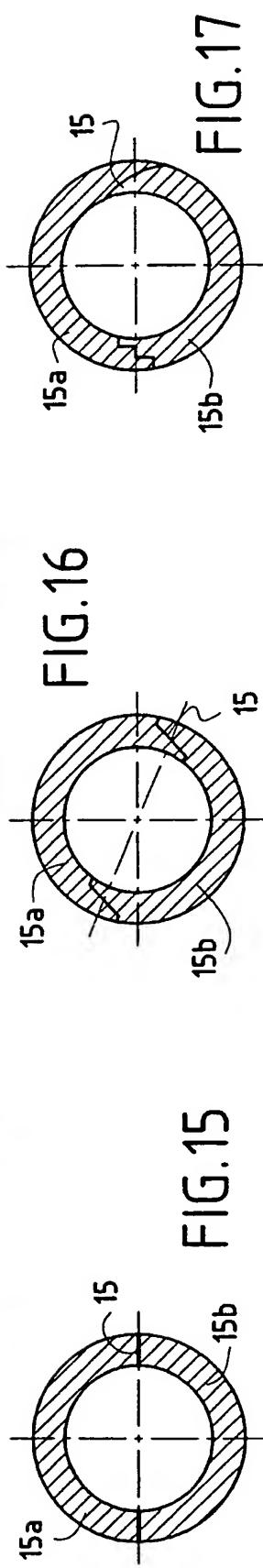
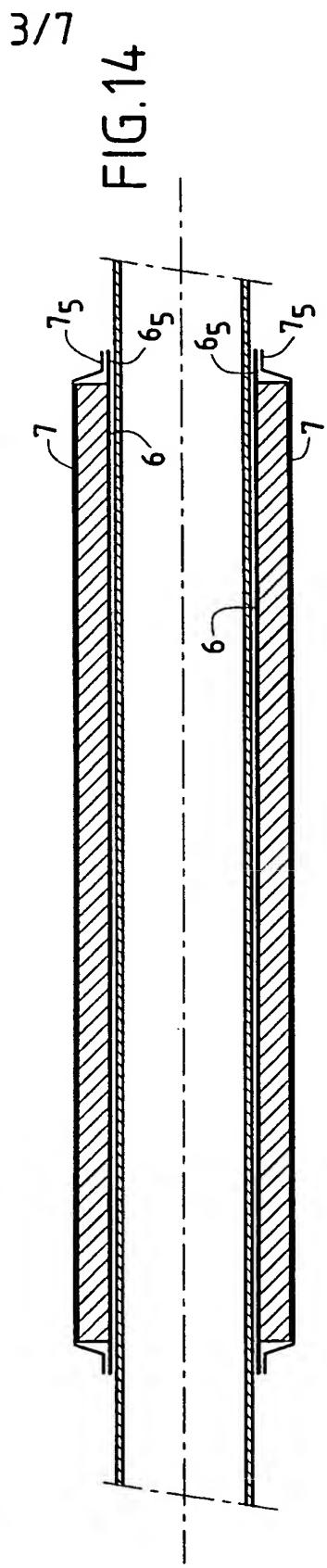
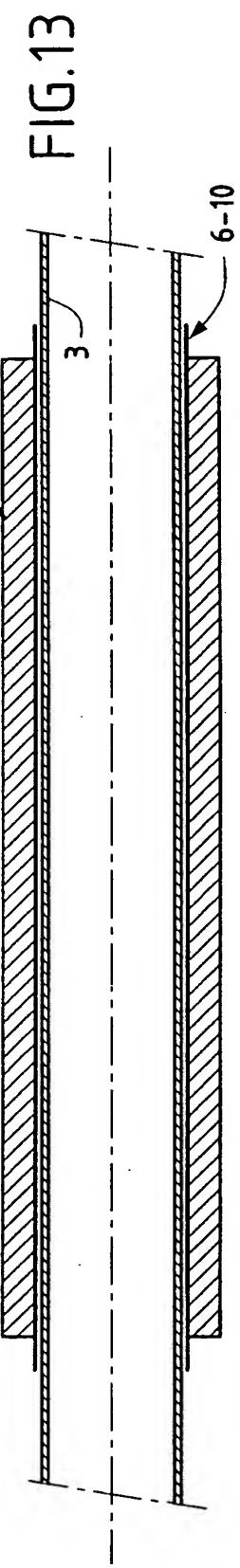
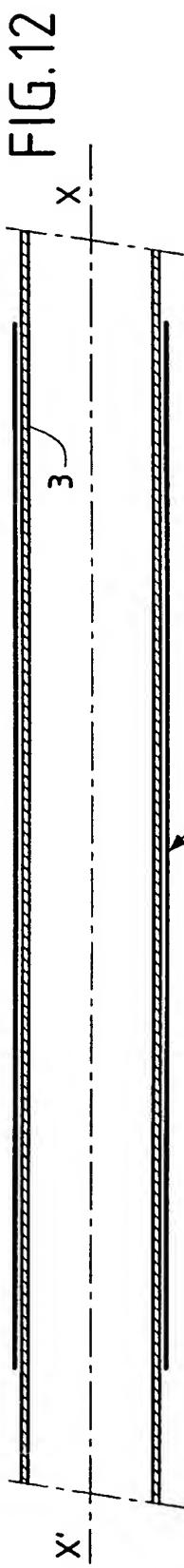


FIG.11



4/7

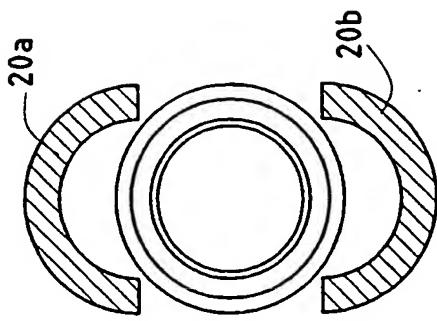


FIG. 20A

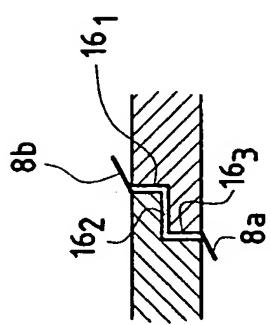


FIG. 18B

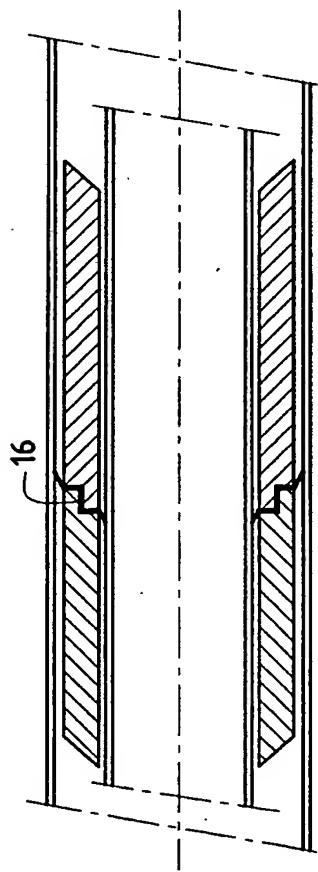


FIG. 18A

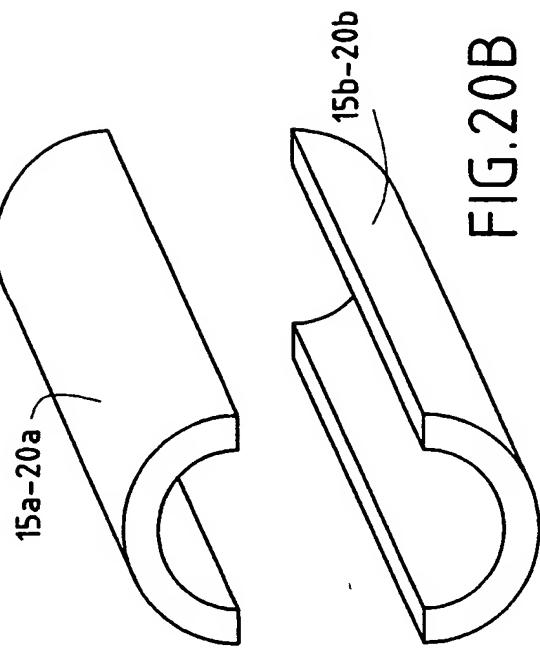


FIG. 20B

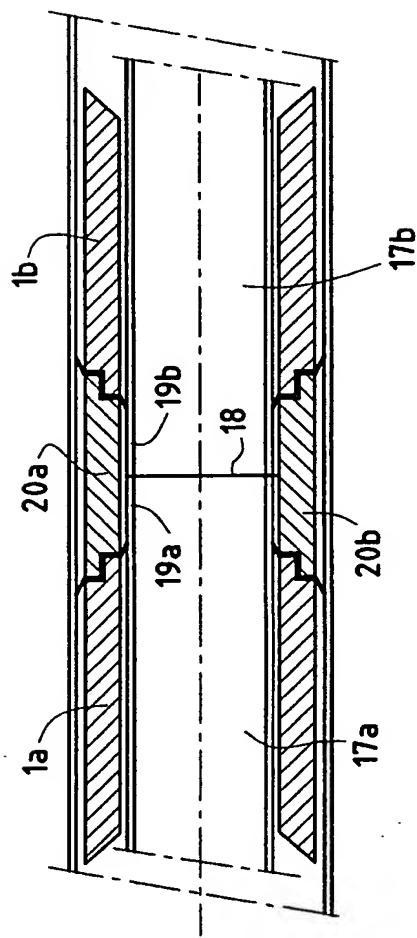
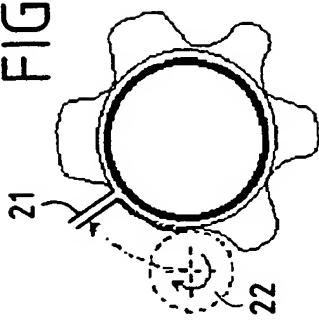
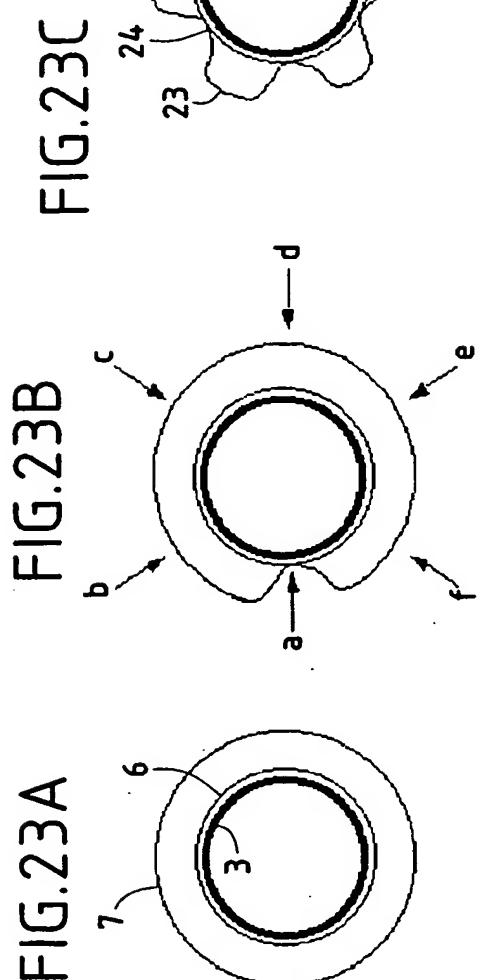
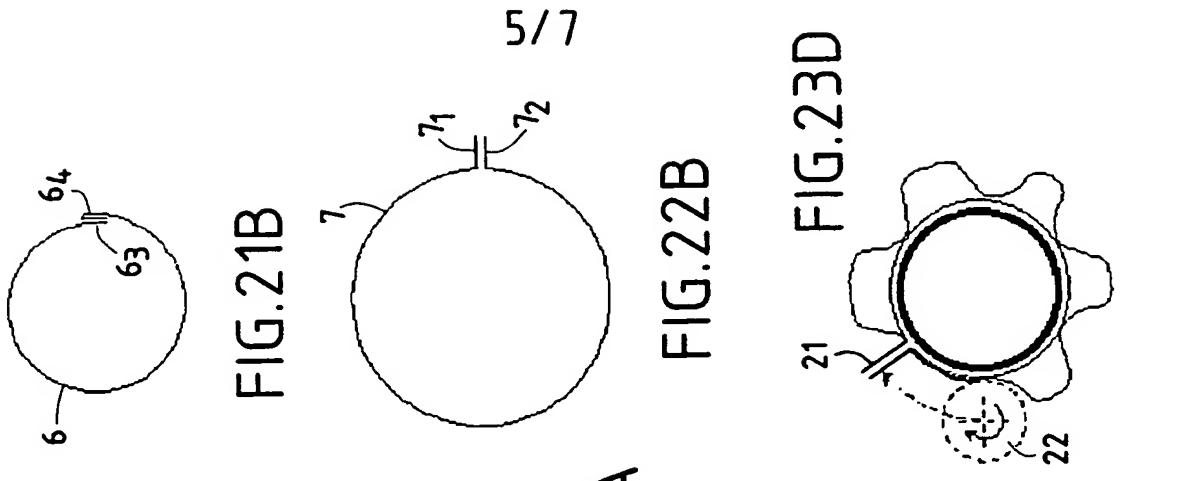
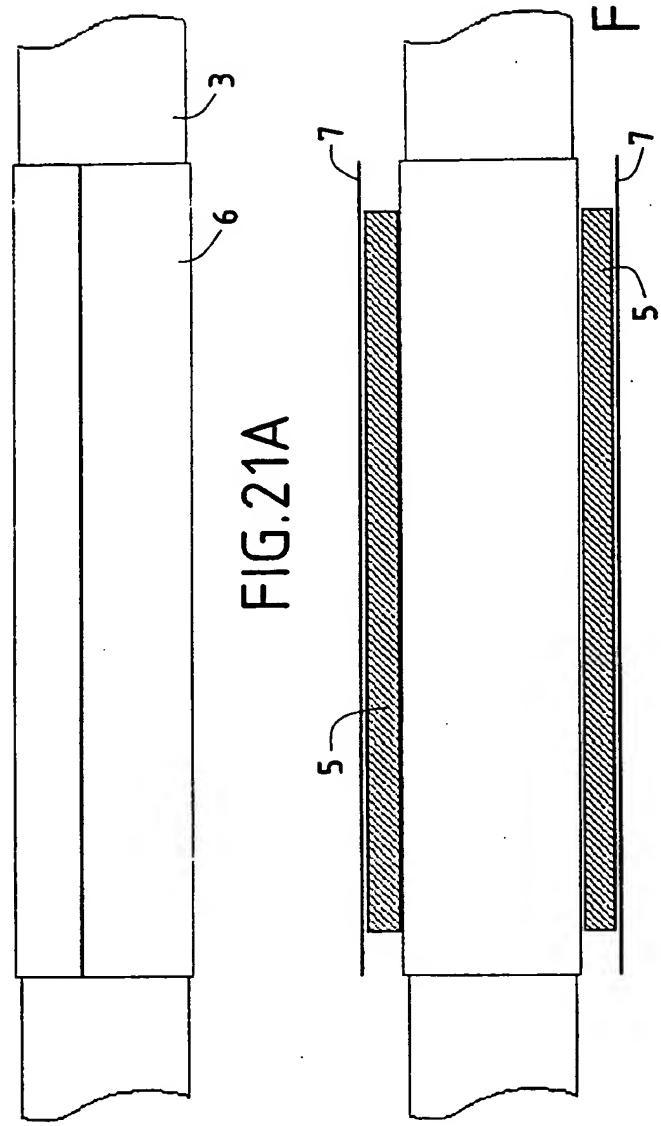


FIG. 19



6/7

FIG. 24

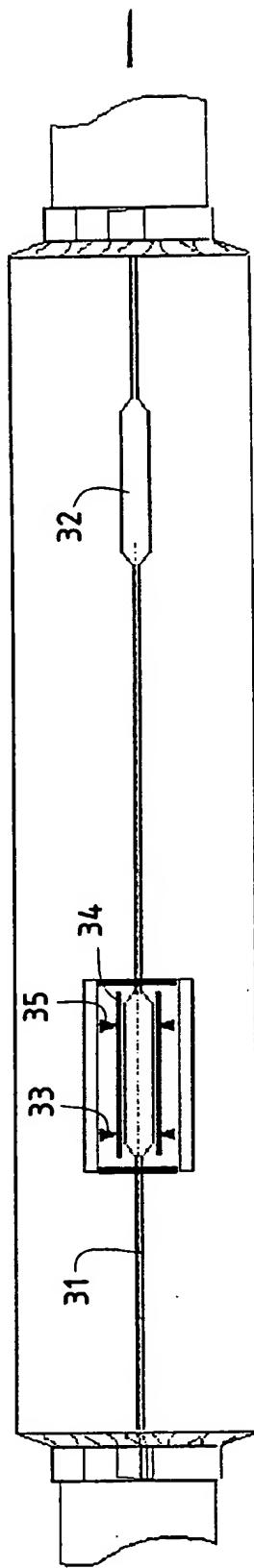
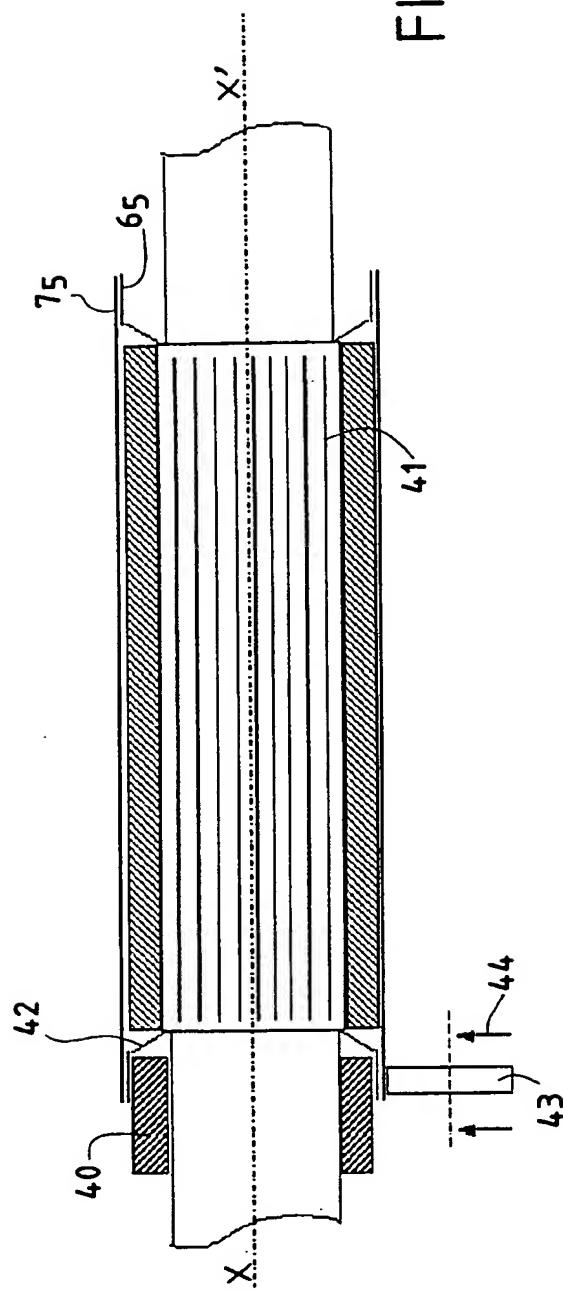


FIG. 25



7/7

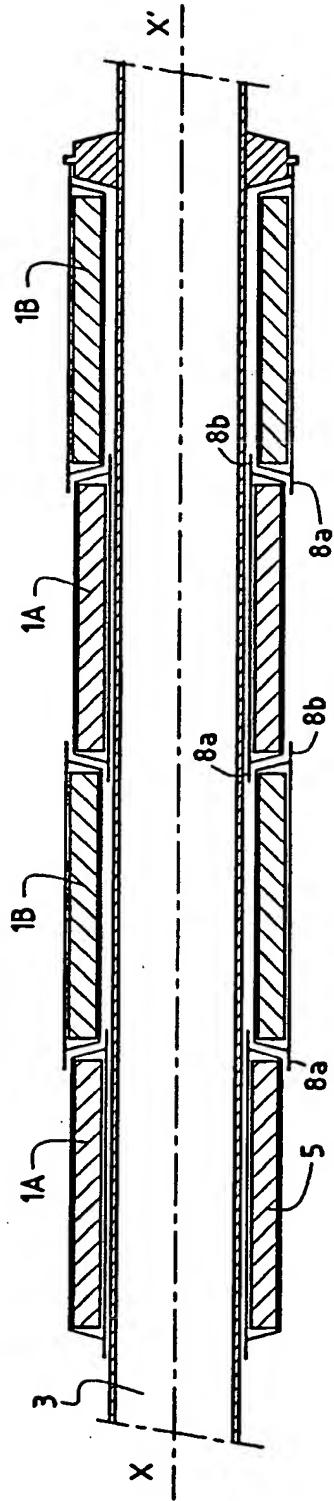


FIG. 26

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/FR 00/03200

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F16L59/02 F16L59/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 798 154 A (BRYAN LAURI) 25 August 1998 (1998-08-25)	1,4,9,10
A	column 2, line 55 -column 3, line 16 column 4, line 31 - line 37 column 5, line 5 - line 7 column 5, line 17 - line 33 column 5, line 54 - line 65 figures 3,6 ----	2,3,5-8, 11-23
A	US 5 006 185 A (ANTHONY DONALD R ET AL) 9 April 1991 (1991-04-09) abstract column 1, line 34 - line 56 figures ---- -/-	1,11

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 February 2001	13/02/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Barré, V

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int	lational Application No
PCT/FR 00/03200	

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 843 353 A (BIESMANS GUY LEON JEAN GHISLAI ET AL) 1 December 1998 (1998-12-01) cited in the application column 1, line 10 - line 30 figures ---	1,9,10
A	US 4 287 011 A (DERBYSHIRE RODNEY L) 1 September 1981 (1981-09-01) abstract; figures ---	2-7
A	GB 291 644 A (D.T. HORSNEL) 7 June 1927 (1927-06-07) page 1, line 55 - line 73 figures ----	12-16
A	EP 0 555 170 A (ALEJO TREVIJANO JOSE JAVIER ; CALLE GARAY FRANCISCO (ES)) 11 August 1993 (1993-08-11) column 1, line 1 - line 19 figure 3 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/FR 00/03200

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5798154	A	25-08-1998	NONE		
US 5006185	A	09-04-1991	CA 1295955 A		18-02-1992
			GB 2214261 A, B		31-08-1989
US 5843353	A	01-12-1998	AU 695090 B		06-08-1998
			AU 5145496 A		30-10-1996
			CA 2213345 A		17-10-1997
			CN 1181130 A		06-05-1998
			DE 69609063 D		03-08-2000
			WO 9632605 A		17-10-1996
			EP 0820568 A		28-01-1998
			ES 2147644 T		16-09-2000
			JP 11503774 T		30-03-1999
			NZ 304299 A		26-01-1998
US 4287011	A	01-09-1981	BR 8002870 A		23-12-1980
			CA 1145235 A		26-04-1983
			DE 3066918 D		19-04-1984
			EP 0020007 A		10-12-1980
			JP 55156018 A		04-12-1980
GB 291644	A		NONE		
EP 0555170	A	11-08-1993	ES 2060496 A		16-11-1994
			ES 2065798 A		16-02-1995

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No  
PCT/FR 00/03200

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 F16L59/02 F16L59/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F16L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 798 154 A (BRYAN LAURI) 25 août 1998 (1998-08-25)	1,4,9,10
A	colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 16 colonne 4, ligne 31 - ligne 37 colonne 5, ligne 5 - ligne 7 colonne 5, ligne 17 - ligne 33 colonne 5, ligne 54 - ligne 65 figures 3,6 ----	2,3,5-8, 11-23
A	US 5 006 185 A (ANTHONY DONALD R ET AL) 9 avril 1991 (1991-04-09) abrégé colonne 1, ligne 34 - ligne 56 figures ----	1,11
		-/-



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 février 2001	13/02/2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Barré, V

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De	te Internationale No
PCT/FR 00/03200	

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 843 353 A (BIESMANS GUY LEON JEAN GHISLAI ET AL) 1 décembre 1998 (1998-12-01) cité dans la demande colonne 1, ligne 10 - ligne 30 figures ---	1, 9, 10
A	US 4 287 011 A (DERBYSHIRE RODNEY L) 1 septembre 1981 (1981-09-01) abrégé; figures ---	2-7
A	GB 291 644 A (D.T. HORSNEL) 7 juin 1927 (1927-06-07) page 1, ligne 55 - ligne 73 figures ---	12-16
A	EP 0 555 170 A (ALEJO TREVIJANO JOSE JAVIER ; CALLE GARAY FRANCISCO (ES)) 11 août 1993 (1993-08-11) colonne 1, ligne 1 - ligne 19 figure 3 -----	1

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De. 1e Internationale No.

PCT/FR 00/03200

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5798154 A	25-08-1998	AUCUN	
US 5006185 A	09-04-1991	CA 1295955 A GB 2214261 A, B	18-02-1992 31-08-1989
US 5843353 A	01-12-1998	AU 695090 B AU 5145496 A CA 2213345 A CN 1181130 A DE 69609063 D WO 9632605 A EP 0820568 A ES 2147644 T JP 11503774 T NZ 304299 A	06-08-1998 30-10-1996 17-10-1997 06-05-1998 03-08-2000 17-10-1996 28-01-1998 16-09-2000 30-03-1999 26-01-1998
US 4287011 A	01-09-1981	BR 8002870 A CA 1145235 A DE 3066918 D EP 0020007 A JP 55156018 A	23-12-1980 26-04-1983 19-04-1984 10-12-1980 04-12-1980
GB 291644 A		AUCUN	
EP 0555170 A	11-08-1993	ES 2060496 A ES 2065798 A	16-11-1994 16-02-1995